

POWERED BY **Dialog****Galvano-magnetic ion sepn. - by intersecting electric and magnetic fields in laminar electrolyte flow****Patent Assignee:** INTERATOM GMBH**Inventors:** HANEBECK N**Patent Family**

Patent Number	Kind	Date	Application Number	Kind	Date	Week	Type
DE 3521109	A	19861218	DE 3521109	A	19850612	198652	B

Priority Applications (Number Kind Date): DE 3521109 A (19850612)**Patent Details**

Patent	Kind	Language	Page	Main IPC	Filing Notes
DE 3521109	A		13		

Abstract:

DE 3521109 A

Galvano-magnetic separation of ions from a liquid, e.g. for desalination purposes, is based on a separating cell for laminar flow in which electrodes maintain an electric field in the direction of flow. A magnetic field is maintained at right angles to it. At the end of the cell, the flow has been split into one side stream which has been enriched and another which has been depleted in ions.

ADVANTAGE - This uses effect of electric and magnetic fields on electrolytic solns.; an inhomogeneous electric field in particular enhances the ion sepn. effect. (13pp Dwg.No.0/2)

Derwent World Patents Index

© 2004 Derwent Information Ltd. All rights reserved.

Dialog® File Number 351 Accession Number 4836305



DEUTSCHES
PATENTAMT

21 Aktenzeichen: P 35 21 109.1
22 Anmeldetag: 12. 6. 85
43 Offenlegungstag: 18. 12. 86

Behördenzertifikat

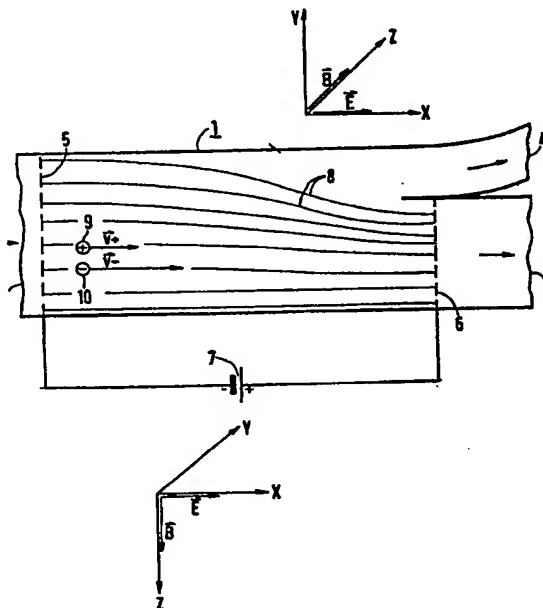
DE 3521 109 A 1

71 Anmelder:
INTERATOM GmbH, 5060 Bergisch Gladbach, DE

72 Erfinder:
Hanebeck, Norbert, Dipl.-Phys. Dr., 5063 Overath, DE

54 Verfahren und Vorrichtung zur galvanomagnetischen Entfernung von Ionen aus einer Flüssigkeit

Die Erfindung betrifft die Entfernung von Ionen aus einer Flüssigkeit, insbesondere die Entsalzung von Meerwasser und dergleichen. Es wird vorgeschlagen, in einer von der Flüssigkeit durchströmten Trennzelle (1) mittels Elektroden (5, 6) ein elektrisches Feld (E) in Strömungsrichtung aufrecht zu erhalten und gleichzeitig senkrecht zu dem elektrischen Feld (E) und der Strömungsrichtung ein Magnetfeld (B) wirken zu lassen. Dadurch werden die in der Flüssigkeit enthaltenen Ionen (9, 10) senkrecht zum elektrischen Feld (E) und zur Richtung des Magnetfeldes (B) abgelenkt, was in Verbindung miteinander und mit den wirkenden Coulombkräften zu einer Konzentrationsverschiebung der Ionen führt. Es können daher ausgangsseitig aus der Trennzelle über zwei Auslassöffnungen (3, 4) zwei unterschiedlich mit Ionen angereicherte Teilströme getrennt werden. Durch kaskadenartige Hintereinanderschaltung mehrerer Trennzellen können beliebige Reinigungsgrade erreicht werden.



DE 3521 109 A 1



5 Verfahren und Vorrichtung zur galvanomagnetischen Entfernung
von Ionen aus einer Flüssigkeit

Patentansprüche

- 10 1. Verfahren zur galvanomagnetischen Trennung von Ionen
aus einer Flüssigkeit,
g e k e n n z e i c h n e t d u r c h
folgende Merkmale:
- 15 a) Die Ionen enthaltende Flüssigkeit wird unter Einhaltung
der Bedingungen für laminare Strömung durch eine Trenn-
zelle (1) geleitet.
- b) In der Trennzelle (1) wird mittels Elektroden (5, 6),
die an eine Gleichspannungsquelle (7) angeschlossen
sind, ein elektrisches Feld (8) in Strömungsrichtung
20 (X) aufrecht erhalten.
- c) Senkrecht (Z) zur Strömungsrichtung (X) und zur Ebene
(X, Y) der Trennzelle (1) wird innerhalb der Trennzelle
ein Magnetfeld (\vec{B}) aufrecht erhalten.
- 25 d) Am Ende der Trennzelle (1) erfolgt eine Aufspaltung
des Flüssigkeitsstromes in einen mit Ionen angereicherten
(3) und einen mit Ionen abgereicherten (4) Teilstrom
entsprechend der senkrecht zum Magnetfeld (\vec{B}) und zur
Strömungsrichtung (X) in der Trennzelle (1) erfolgten
Ionenkonzentrationsverschiebung.
- 30 2. Verfahren nach Anspruch 1,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
daß in der Trennzelle (1) ein inhomogenes elektrisches
Feld (8) mit einer größten Dichte im Bereich des ange-
35 reicherten Teilstromes aufrecht erhalten wird.

10 05 05

85 P 67 0E 3521109

2

~~9~~

24.775.1

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
daß mehrere Trennzellen (1) kaskadenartig hintereinander
5 geschaltet werden, wobei der jeweils in einer Trennzelle
(1) abgereicherte Teilstrom in weiteren Trennzellen (1)
immer weiter abgereichert wird, während die angereicherten
Teilströme verworfen oder zum Einlaß vorhergehender Trenn-
stufen zurückgeleitet werden.
- 10 4. Verfahren nach Anspruch 1, 2 oder 3,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
daß das Magnetfeld (\vec{B}) durch Permanentmagneten, Elektro-
magneten oder Supraleitende Magneten erzeugt wird.
- 15 5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
daß eine oder mehrere kaskadenartig geschaltete Trenn-
zellen (1) unter Zwischenspeicherung der abgereicherten
20 Flüssigkeitsmengen derartig diskontinuierlich periodisch
betrieben werden, daß die zwischengespeicherten Flüssig-
keitsmengen im jeweils nächsten Arbeitstakt weiter abge-
reichert werden.
- 25 6. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach An-
spruch 1,
g e k e n n z e i c h n e t d u r c h
folgende Merkmale:
- 30 a) Zwischen den Polschuhen (11, 12) eines Magneten ist
mindestens eine von einer Flüssigkeit senkrecht zur
Richtung des Magnetfeldes (\vec{B}) durchströmbare Trenn-
zelle (1) angeordnet.
- b) Die Trennzelle (1) bildet einen Strömungskanal, der
einen Flüssigkeitseinlaß (2) und aneinandergrenzend
35 einen Flüssigkeitsauslaß (3) für mit Ionen angereicherte

X

Flüssigkeit und einen Flüssigkeitsauslaß (4) für mit Ionen abgereicherte Flüssigkeit aufweist.

- 5 c) In der Trennzelle (1) sind Elektroden (5, 6) derart angeordnet, daß bei Anlegen einer Spannung ein elektrisches Feld (8) in Strömungsrichtung aufrechterhaltbar ist.

7. Vorrichtung nach Anspruch 6,
10 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
daß eine Elektrode (5) nahe dem Flüssigkeitseinlaß (2) angeordnet ist und sich gitterförmig etwa über den gesamten Zellenquerschnitt erstreckt und daß die zweite Elektrode (6) nahe dem Flüssigkeitsauslaß (3) für abgereicherte
15 Flüssigkeit angeordnet ist und sich gitterförmig etwa über diesen Auslaßquerschnitt erstreckt.

8. Vorrichtung nach Anspruch 6 oder 7,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
20 daß die Elektroden (5, 6) gegenüber der Flüssigkeit isoliert sind.

9. Vorrichtung nach Anspruch 8,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
25 daß die Elektroden mit einer Spannung von mehreren kV, zumindest aber von bis zu 100 V, beaufschlagbar sind.

10. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
30 daß Mittel zur Vergleichmäßigung der Strömung in oder vor der Trennzelle (1) vorhanden sind.

11. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
35 daß das Magnetfeld (\vec{B}) und das elektrische Feld (\vec{E}) gerade

19-05-85

3521109

4

85 P 6722 DE

-1/-

24.775.1

so gepolt sind, daß bei in der Flüssigkeit enthaltenen
Ionen unterschiedlicher Beweglichkeit die beweglicheren
Ionen in Richtung des Auslasses für angereicherte Flüssig-
5 keit abgelenkt werden.

X

5 Verfahren und Vorrichtung zur galvanomagnetischen Entfernung
von Ionen aus einer Flüssigkeit

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur
galvanomagnetischen Abreicherung von Ionen in einer Flüssig-
10 keit, insbesondere auch zur Entsalzung von Wasser, nach
dem Oberbegriff des Anspruchs 1 sowie eine Vorrichtung
zur Durchführung des Verfahrens. Zur Entfernung von Ionen
aus einer Flüssigkeit, beispielsweise zur Entsalzung von
Meerwasser, sind viele verschiedene Verfahren bekannt.
15 So gibt es außer der Destillation und der Umkehrosmose
noch Verfahren nach dem Prinzip der Elektroosmose und
einige andere Konzepte.

Auch ist es beispielsweise aus der GB-A-2 123 399 bekannt,
20 Flüssigkeiten mit Hilfe von magnetischer Resonanz zu
reinigen, wobei verschieden gepolte Elektroden im Flüssig-
keitsbehälter angeordnet sind. Ferner gibt es Erkenntnisse
über das Auftreten des Hall-Effektes an Elektrolytlösungen,
wie beispielsweise beschrieben in "Berichte der Bunsen-
25 Gesellschaft für physikalische Chemie", Band 78, Nummer 4,
1974, Seite 325 - 331 unter dem Titel "Über den Hall-
Effekt an einigen Elektrolytlösungen und Membranen". Dort
wird erläutert, welchen Einfluß elektrische und magne-
tische Felder auf Elektrolytlösungen haben.

30 Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein Verfahren
zur Abreicherung von Ionen in einer Flüssigkeit anzugeben,
welches den Einfluß von elektrischen und magnetischen
Feldern auf Elektrolytlösungen ausnutzt und technisch
35 anwendbar macht. Ferner soll eine Vorrichtung zur Durch-
führung des Verfahrens angegeben werden.

12 11 09

3521109

6

85 P 67 12 DE

~~7~~

24.775.1

Zur Lösung dieser Aufgabe wird ein Verfahren nach dem Anspruch 1 vorgeschlagen. Wie anhand der Zeichnung noch näher erläutert wird, wird die die Ionen enthaltende Flüssigkeit möglichst unter Einhaltung der Bedingungen für laminare Strömung durch eine Trennzelle geleitet, in der mittels Elektroden ein elektrisches Gleichfeld in Strömungsrichtung aufrecht erhalten wird. Dadurch werden in dem elektrischen Feld positive und negative Ionen in unterschiedlichen Richtungen beschleunigt, so daß sie insgesamt verschieden große Geschwindigkeiten aufweisen. Gleichzeitig wird senkrecht zur Strömungsrichtung und zur Ebene der Trennzelle ein magnetisches Gleichfeld innerhalb der Trennzelle aufrecht erhalten, welches Lorentz-Kräfte auf die Ionen ausübt, welche sich nach der Lenz'schen Regel bestimmen lassen. Elektrisches und magnetisches Feld bewirken zusammen mit der Strömungsgeschwindigkeit der Ionen insgesamt für positiv und negativ geladene Teilchen in dieselbe Richtung eine Konzentrationsverschiebung, welche senkrecht zum elektrischen Feld und zum Magnetfeld verläuft. Am Ende der Trennzelle kann daher der Flüssigkeitsstrom in einen mit Ionen angereicherten und einen mit Ionen abgereicherten Teilstrom aufgespalten werden.

In weiterer Ausgestaltung der Erfindung wird im Anspruch 2 vorgeschlagen, daß in der Trennzelle ein inhomogenes elektrisches Feld mit einer größten Dichte im Bereich des angereicherten Teilstromes aufrecht erhalten wird. Das Vorhandensein eines inhomogenen Feldes verstärkt den oben beschriebenen Effekt noch und erhöht damit den Trennfaktor der Trennzelle.

In weiterer Ausgestaltung der Erfindung wird im Anspruch 3 vorgeschlagen, daß mehrere Trennzellen kaskadenartig hintereinander geschaltet werden, wie dies im Prinzip aus den verschiedenen Anlagen zur Isotopenanreicherung, insbesondere der Urananreicherung, bekannt ist. Dadurch

X

- wird eine weitgehende Entfernung aller Ionen aus der Flüssigkeit bewirkt, auch wenn die einzelne Trennzelle nur einen geringen Wirkungsgrad hat. Z. B. bei der Meerwasserentsalzung ist dabei das
- 5 Verwerfen der angereicherten Fraktion ohne Einfluß auf die Eingangskonzentration.

- In spezieller Ausgestaltung der Erfindung wird im Anspruch 4 vorgeschlagen, das Magnetfeld durch Permanentmagneten, Elektromagneten oder durch Supraleitende Magneten
- 10 zu erzeugen. Je nach der Größe der Anlage und der gewünschten magnetischen Feldstärke, welche wiederum einen Einfluß auf den Trennfaktor hat, können geeignete Magnete ausgewählt werden.

- 15 Im Anspruch 5 wird ein Verfahren vorgeschlagen, welches sich insbesondere für kleinere Anlagen eignet, wo es nicht auf große Durchsätze sondern auf eine Minimierung des technischen Aufwandes ankommt. Dazu wird vorgeschlagen, nur eine oder wenige Trennzellen hintereinander zu schalten, diese aber von der ionenhaltigen
- 20 Flüssigkeit mehrfach durchlaufen zu lassen, wobei die abgereicherte Flüssigkeit aus dem jeweiligen Arbeitstakt zwischengespeichert und im nächsten Arbeitstakt zum Einlaß des Systems zurückgeführt wird.

- 25 Eine Vorrichtung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird im Anspruch 6 beschrieben. Diese Anordnung ermöglicht die gleichzeitige Aufrechterhaltung eines elektrischen Feldes in Strömungsrichtung und eines
- 30 Magnetfeldes senkrecht zur Strömungsrichtung, wodurch die gewünschte Konzentrationsverschiebung erreicht wird und sich am Ende der Trennzelle zwei verschieden stark mit Ionen angereicherte Flüssigkeitsteilströme trennen lassen.

12 10 00

3521109

8

85 P 6 7 2 DE

-A-

24.775.1

In spezieller Ausgestaltung der Erfindung wird im Anspruch 7 vorgeschlagen, daß eine Elektrode nahe dem Flüssigkeitseinlaß angeordnet ist und sich gitterförmig etwa über den gesamten Zellenquerschnitt erstreckt, während die zweite Elektrode nahe dem Flüssigkeitsauslaß für abgereicherte Flüssigkeit angeordnet ist und sich gitterförmig nur etwa über diesen Auslaßquerschnitt erstreckt. Dadurch läßt sich ein inhomogenes elektrisches Feld in der Zelle aufrecht erhalten, welches für einen guten Trennfaktor besonders günstig geformt ist.

In weiterer Ausgestaltung der Erfindung wird in Anspruch 8 vorgeschlagen, daß die Elektroden gegenüber der Flüssigkeit isoliert sind. Dadurch lassen sich hohe Feldstärken anlegen, ohne daß es zu einer Elektrodenreaktion mit evtl. Gasentwicklung, d. h. einer Elektrolyse, kommt.

Entsprechend wird dazu in Anspruch 9 vorgeschlagen, daß die Elektroden für eine Beaufschlagung mit hoher Spannung ausgelegt sein sollen, mindestens für 100 Volt, vorzugsweise jedoch sogar für Spannungen von bis zu mehreren Kilovolt.

Nach Anspruch 10 werden fernerhin Mittel zur Vergleichmäßigung der Strömung in oder vor der Trennzelle vorgesehen, um Verwirbelungen und dadurch eine Verringerung des Trennfaktors zu vermeiden.

Für eine Anwendung auf Flüssigkeiten, in denen Ionen stark verschiedener Ionenbeweglichkeit enthalten sind, wird gemäß Anspruch 10 speziell vorgeschlagen, elektrisches und magnetisches Feld gerade so zu polen, daß die beweglichere Ionenart in Richtung des Auslasses für angereicherte Flüssigkeit abgelenkt wird. Diese Maßnahme

X

verbessert das Trennverfahren und ist beispielsweise für Flüssigkeiten wie Salzsäure (HCl) und dergleichen geeignet.

5

Zum besseren Verständnis sei die der Erfindung zugrundeliegende Theorie anhand der Zeichnung näher erläutert.

In der Zeichnung ist schematisch ein Ausführungsbeispiel der Erfindung dargestellt, und zwar zeigen

- 10 Figur 1 eine erfindungsgemäße Trennzelle in einem Schnitt in der X-Y-Ebene gemäß zugehörigem Koordinatensystem und

Figur 2 einen Schnitt durch die Trennzelle in X-Z-Ebene.

- 15 Die Trennzelle 1 besteht aus einem vorzugsweise rechteckigen Strömungskanal mit elektrisch nicht leitenden Wänden. Sie weist einen Einlaß 2 und zwei in der X-Y-Ebene nebeneinander liegende Auslässe 3, 4 auf. Nahe dem Einlaß 2 ist eine vorzugsweise gitterförmige Elektrode 5 angeordnet, welche sich in Y-Z-Ebene erstreckt. Ferner ist
- 20 nahe dem einen Auslaß 3 eine ebenfalls vorzugsweise gitterförmige Elektrode 6 angeordnet, welche sich in Y-Z-Ebene über den Auslaßquerschnitt des Auslasses 3 erstreckt. Die Elektroden 5, 6 sind an eine Gleichspannungsquelle 7 anschließbar. Dadurch ist ein elektrisches Feld \vec{E} , dessen Verlauf durch die Feldlinien 8 angedeutet ist, innerhalb der Trennzelle 1 aufrechterhaltbar. Das der Figur 1 zugeordnete Koordinatensystem veranschaulicht die Richtung der einzelnen Teile und
- 25 Felder. Die Strömungsrichtung der Flüssigkeit ist durch Pfeile angedeutet. Falls sich in der Flüssigkeit Ionen 9, 10 befinden, so werden diese je nach dem Vorzeichen ihrer Ladung durch das elektrische Feld beschleunigt oder abgebremst. Die positiven Ionen erhalten dabei die Geschwindigkeit \vec{v}_+ , die negativen Ionen die Geschwindigkeit \vec{v}_- .
- 35

X

Wie in Figur 2 verdeutlicht, wird außer dem elektrischen Feld \vec{E} in der Trennzelle 1 auch ein magnetisches Feld \vec{B} aufrecht erhalten, welches in Z-Richtung verläuft, d. h. senkrecht zur Strömungsrichtung und zur Ebene der Trennzelle 1. Vorzugsweise liegt die Trennzelle 1, wie in Figur 2 dargestellt, zwischen den Polschuhen 11, 12 eines Magneten, wobei es sich um einen Permanentmagneten, einen Elektromagneten oder auch um einen Supraleitenden Magneten handeln kann. Es können auch mehrere miteinander als Kaskade verschaltete Trennzellen innerhalb der Polschuhe eines Magneten angeordnet werden.

Zum Verständnis der Erfindung sei noch auf folgende theoretische Einzelheiten hingewiesen:
Eine mit der Geschwindigkeit \vec{v} bewegte elektrische Ladung e wird in einem Magnetfeld \vec{B} durch eine Kraft \vec{K} abgelenkt, für welche folgendes gilt:

$$\vec{K} = e(\vec{v} \times \vec{B})$$

Entgegengesetzte Ladungen werden danach in verschiedene Richtungen abgelenkt. Durch den zusätzlichen Einfluß eines elektrischen Feldes \vec{E} erhalten jedoch die Ionen mit verschiedenen Vorzeichen eine verschiedene Geschwindigkeit, so daß sie unterschiedlich stark abgelenkt werden. Gleichzeitig wirkt natürlich noch die Coulombanziehung zwischen den Ladungen, woraus sich eine resultierende Kraft auf alle Ionen in eine Richtung senkrecht zur Strömungsrichtung, d. h. in Y-Richtung, ergibt. Beim Durchströmen einer Ionen enthaltenden Flüssigkeit durch die Trennzelle, werden daher positiv und negativ geladene Ionen in Y-Richtung nach einer Seite abgelenkt. Dadurch entsteht eine Konzentrationsverschiebung, welche am Auslaß der Trennzelle dazu ausgenutzt werden kann, eine mit Ionen angereicherte und eine abgereicherte Fraktion zu trennen. Der Trennfaktor, d. h. das Konzentrationsverhältnis zwischen angereicherter und abgereicherter Fraktion ist dabei abhängig von der magnetischen

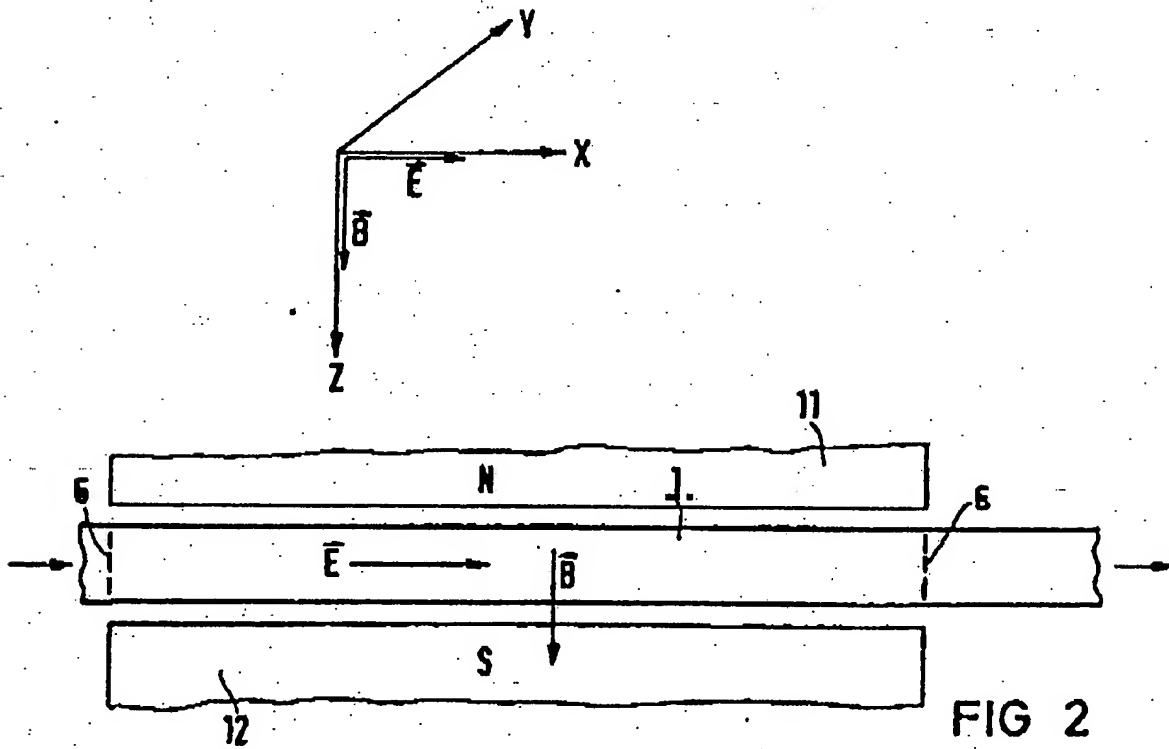
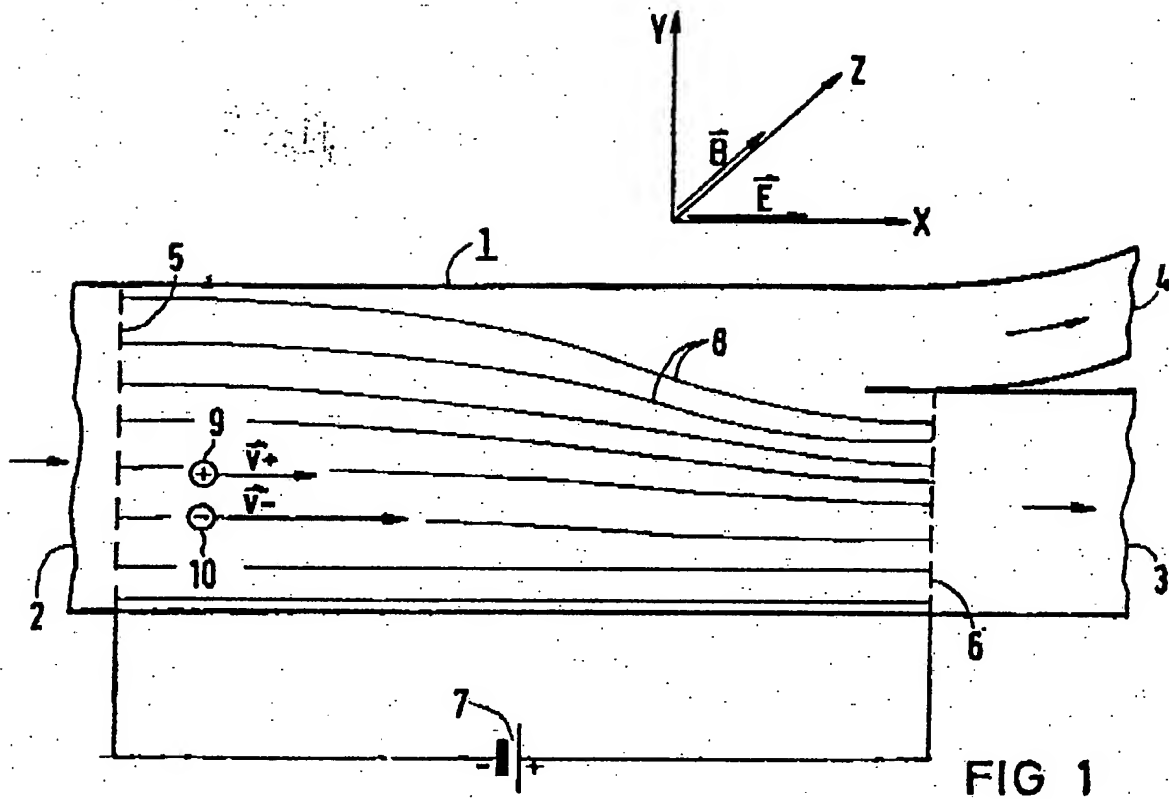
ORIGINAL INSPECTED



- Feldstärke, der elektrischen Feldstärke, der Länge der Trennzelle, auf der diese Feldstärken wirken und von dem Querschnittsverhältnis der beiden Auslaßöffnungen
- 5 der Trennzelle. Durch Beeinflussung dieser Größen lassen sich Trennzellen für verschiedene Anwendungsfälle verwirklichen. Dabei müssen bei den Berechnungen die Wanderungsgeschwindigkeiten der beteiligten Ionen und einige andere in Elektrolyten auftretende Effekte berücksichtigt
- 10 werden. Es lassen sich jedoch für die meisten Anwendungsfälle geeignete Trennzellen konstruieren.

X

- 12 -
- Leerseite -



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.